

21 JUL 2004

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2003 年 7 月 31 日 (31.07.2003)

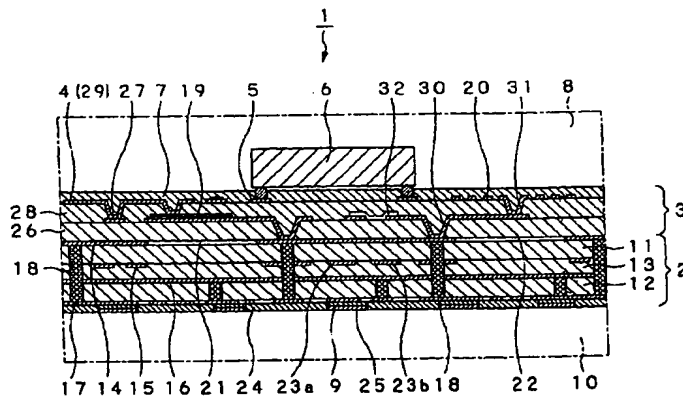
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 03/063238 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 23/12, H05K 1/02, 3/46 (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 奥洞 明彦 (OKUBORA, Akihiko) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/00684
- (22) 国際出願日: 2003 年 1 月 24 日 (24.01.2003) (74) 代理人: 小池 晃, 外 (KOIKE, Akira et al.); 〒100-0011 東京都千代田区内幸町一丁目1番7号 大和生命ビル 11階 Tokyo (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (81) 指定国 (国内): CN, KR, US.
- (30) 優先権データ: 特願2002-17620 2002 年 1 月 25 日 (25.01.2002) JP 添付公開書類: 国際調査報告書
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo (JP). 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: HIGH-FREQUENCY MODULE AND ITS MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称: 高周波モジュール及びその製造方法



board (11) of the baseboard section (2).

(57) Abstract: A high-frequency module constituting a communication function module comprises a base board section (2) constituted of many wiring layers (14-17) on the main faces of organic boards (11, 12) with at least the top layer so flattened as to have a build-up formed face and an element formed section (3) where conductor sections (19, 20, 32) constituting passive elements for transmitting a high-frequency signal and distributed constant element along with the wiring layers (27, 29) in the organic insulation layers (26, 28) formed on the build-up formed face of the base board section (2). The conductor sections (19, 20, 32) of the element formed section (3) are formed in positions corresponding to the regions free of glass fabric of the organic

[続葉有]

WO 03/063238 A1



---

(57) 要約:

本発明は、通信機能モジュールを構成する高周波モジュールであり、有機基板（１１）（１２）の主面上に配線層（１４～１７）を多層に形成し、少なくとも最上層が平坦化されてビルドアップ形成面を構成してなるベース基板部（２）と、ベース基板部（２）のビルドアップ形成面上に形成した有機絶縁層（２６）（２８）内に配線層（２７）（２９）とともに高周波信号を伝送処理する受動素子や分布定数素子等を構成する複数の導体部（１９）（２０）（３２）を形成した素子形成部（３）とを備える。素子形成部（３）の各導体部（１９）（２０）（３２）が、ベース基板部（２）の有機基板（１１）のガラス織布の非存在領域に対応して形成されている。

## 明細書

## 高周波モジュール及びその製造方法

## 技術分野

本発明は、情報通信機能やストレージ機能等を有し、例えばパーソナルコンピュータ、携帯端末機器、携帯電話機又はオーディオ機器等の各種電子機器に搭載され又はこれら機器に装填されることにより超小型通信機能モジュールを構成する高周波モジュール及びその製造方法に関する。

本出願は、日本国において2002年1月25日に出願された日本特許出願番号2002-017620を基礎として優先権を主張するものであり、この出願は参照することにより、本出願に援用される。

## 背景技術

従来、オーディオ情報又はビデオ情報等の各種情報は、デジタルデータに変換されて取り扱われるようになり、パーソナルコンピュータや各種モバイル機器等によっても品質の劣化を招くことなく容易に記録再生又は伝送することが可能とされている。これらの情報は、音声コーデック技術や画像コーデック技術により帯域圧縮が図られ、デジタル通信やデジタル放送により各種の通信端末機器に対して容易に、しかも効率的に配信される環境が整いつつある。例えば、オーディオ・ビデオデータ(AVデータ)は、携帯電話機によって屋外での受信も可能である。

ところで、情報の送受信システムは、家庭を始めとして小規模な地域内においても好適なネットワークシステムの提案によって、様々に活用されるようになっている。ネットワークシステムとしては、例えば400MHz帯域を使用する微弱電波システムや1.9GHz帯域を使用するPHS(パーソナル・ハンディホン・システム)とともに、IEEE802.11bで提案されている2.45GHz帯域の無

線LANシステムやBluetoothと称される小規模無線通信システム等又はIEEE802.11aで提案されている5GHz帯域の狭域無線通信システムのような種々の次世代無線通信システムが提案されている。情報の送受信システムは、このような各種の無線通信システムを有効に利用して、各種の通信端末機器により家庭内や屋外等の様々な場所において手軽にかつ中継装置等を介することなく様々なデータの授受、インターネット等の通信ネットワークへのアクセスやデータの送受信が可能となる。

一方、情報の送受信システムにおいては、上述した通信機能を有する小型軽量で携帯可能な通信端末機器の実現が必須となる。通信端末機器においては、送受信部においてアナログの高周波信号の変復調処理を行うことが必要であることから、一般に送受信信号からいったん中間周波数に変換するようにしたスーパーヘテロダイン方式による高周波送受信回路が備えられる。

高周波送受信回路には、アンテナや切替スイッチを有し情報信号を受信又は送信するアンテナ部と、送信と受信との切替を行う送受信切替器とが備えられている。高周波送受信回路には、周波数変換回路部や復調回路部等からなる受信回路部が備えられる。高周波送受信回路には、パワーアンプやドライブアンプ及び変調回路部等からなる送信回路部が備えられる。高周波送受信回路には、受信回路部や送信回路部に基準周波数を供給する基準周波数生成回路部が備えられる。

かかる高周波送受信回路は、各段間にそれぞれ介挿された種々のフィルタ、局部発振器（VCO）、表面弾性波（SAW）フィルタ等の大型機能部品や、整合回路又はバイアス回路等の高周波アナログ回路に特有なインダクタ、キャパシタ、レジスタ等の受動部品の点数が非常に多い構成となされている。高周波送受信回路は、各回路部のIC化が図られるが、各段間に介挿されるフィルタをIC中に組み込むことができないため、整合回路も外付けとして必要となる。したがって、高周波送受信回路は、全体に大型となり、通信端末機器の小型軽量化に大きな障害となっていた。

一方、通信端末機器には、中間周波数への変換を行わずに情報信号の送受信を行うようにしたダイレクトコンバージョン方式による高周波送受信回路も用いられる。かかる高周波送受信回路においては、アンテナ部によって受信された情報

信号が送受信切替器を介して復調回路部に供給されて直接ベースバンド処理が行われる。高周波送受信回路においては、ソース源で生成された情報信号が変調回路部において中間周波数に変換されることなく直接所定の周波数帯域に変調されてアンプと送受信切替器を介してアンテナ部から送信される。

かかる高周波送受信回路は、情報信号について中間周波数の変換を行うことなくダイレクト検波を行うことによって送受信する構成であることから、フィルタ等の部品点数が低減されて全体構成の簡易化が図られ、より1チップ化に近い構成が見込まれるようになる。このダイレクトコンバージョン方式による高周波送受信回路においても、後段に配置されたフィルタ又は整合回路の対応が必要となる。高周波送受信回路は、高周波段で一度の増幅を行うことから十分なゲインを得ることが困難となり、ベースバンド部でも増幅操作を行う必要がある。したがって、高周波送受信回路は、DCオフセットのキャンセル回路や余分なローパスフィルタを必要とし、更に全体の消費電力が大きくなる。

従来の高周波送受信回路は、上述したようにスーパーヘテロダイン方式及びダイレクトコンバージョン方式のいずれにおいても、通信端末機器の小型軽量化等の要求仕様に対して十分な特性を満足し得ない。このため、高周波送受信回路については、例えばSi-CMOS技術等を用いて簡易な構成によって小型化を図ったモジュール化について種々の試みが図られている。すなわち、高周波モジュールは、例えば特性の良い受動素子をSi基板上に形成するとともにフィルタ回路や共振器等をLSI上に作り込み、更にベースバンド部分のロジックLSIも集積化することで、1チップ化されてなる。かかるSi基板高周波モジュールにおいては、Si基板が導電性を有することから、その主面上にQ値が高い高特性のインダクタやキャパシタを形成することが困難となり如何にして性能の良い受動素子を形成するかが重要となる。

図1A及び図1Bに示す高周波モジュール100は、シリコン基板101とSiO<sub>2</sub>絶縁層102とのインダクタ形成部103に大きな凹部104を形成し、この凹部104に臨ませて第1の配線層105を形成するとともに凹部104を閉塞する第2の配線層106を形成してインダクタ部107を構成してなる。高周波モジュール100は、インダクタ部107が凹部104に臨んで空中に浮い

た構造を有することから、シリコン基板 101 を介しての回路内との電氣的干渉が低減されて特性の向上が図られる。この高周波モジュール 100 は、インダクタ部 107 を形成する工程が極めて面倒で工数も多く、コストアップとなるといった問題があった。

図 2 に示す高周波モジュール 110 は、シリコン基板 111 上に  $\text{SiO}_2$  層 112 を形成した後、フォトリソグラフィ技術によって受動素子形成層 113 が成膜形成されている。高周波モジュール 110 は、受動素子形成層 113 の内部に詳細を省略するが配線パターンとともに薄膜技術や厚膜技術によってインダクタ素子、キャパシタ素子又はレジスタ素子等の受動素子をそれぞれ形成して多層化している。高周波モジュール 110 は、受動素子形成層 113 にビア 114 を適宜形成して層間接続を行うとともに、表面層に端子 115 が形成される。高周波モジュール 110 は、端子 115 を介してフリップチップ実装法等により高周波 IC や LSI 等のチップ 116 が実装されて高周波回路を構成する。

かかる高周波モジュール 110 は、例えばベースバンド回路等が形成されたインタポーザ基板等を実装することで、シリコン基板 111 を介して素子形成部とベースバンド回路部とを区分して両者の電氣的干渉を抑制することが可能とされる。この高周波モジュール 110 は、シリコン基板 111 が導電性を有することで受動素子形成層 113 内に精度の高い各受動素子を形成する際に有効に機能するが、各受動素子が良好な高周波特性を発揮するための阻害要因になってしまう。

図 3 に示す高周波モジュール 120 は、上述したシリコン基板 111 による問題点を、ガラス基板やセラミック基板等の非導電性の基板 121 を用いることで解消してなる。この高周波モジュール 120 も、基板 121 上にリソグラフィ技術等によって受動素子形成層 122 が成膜されている。高周波モジュール 120 は、受動素子形成層 122 の内部の詳細は省略するが配線パターンとともにインダクタ素子、キャパシタ素子又はレジスタ素子等の受動素子を薄膜技術や厚膜技術によって多層に形成してなる。高周波モジュール 120 は、受動素子形成層 122 にビア 123 を適宜形成して層間接続を行うとともに表面層に端子 124 が形成される。高周波モジュール 120 は、端子 124 を介してフリップチップ実装法等により高周波 IC 125 やチップ部品 126 等が実装されて高周波回路を

構成する。

図3に示す高周波モジュール120は、非導電性の基板121を用いることで、基板121と受動素子形成層122との容量的結合度が抑制されて受動素子形成層122内に良好な高周波特性を有する受動素子を形成することが可能である。ところで、ガラス基板を用いた高周波モジュール120は、ガラス基板の特性から、例えばインタポーザ基板127等を実装するための端子を基板121自体に形成することが困難である。したがって、高周波モジュール120は、図4に示すように受動素子形成層122の表面に端子パターン128を適宜形成するとともに、これら端子パターン128とインタポーザ基板127側に適宜形成した端子パターン129との間をワイヤボンディング法等によってワイヤ130により接続している。なお、インタポーザ基板127には、底面側に図示しないビアを介して端子パターン128と接続された入出力端子131が適宜形成されている。

かかる高周波モジュール120によれば、端子パターン128、129を形成する工程や、ワイヤボンディング工程が必要となつてコストアップとなるとともに、小型化にも不利となる。なお、高周波モジュール120は、絶縁樹脂体132によって高周波IC125やチップ部品126とともに各端子パターン128、129又はワイヤ130が封止されてパッケージ化される。

一方、高周波モジュール120は、セラミック基板を用いた場合には、ベースセラミック基板の多層化が可能であることからマザー基板を介することなくパッケージ基板としても機能する。しかしながら、セラミック基板は、セラミック粒子の焼結体であることから、受動素子形成層122の形成面がセラミック粒子の粒径 $2\mu\text{m}$ 乃至 $10\mu\text{m}$ 程度の凹凸を有する粗面となっている。したがって、高周波モジュール120においては、高精度の受動素子を形成するために、受動素子形成層122を形成する前工程としてセラミック基板の表面を研磨する平坦化工程が必要となる。また、高周波モジュール120は、基材のセラミックが低損失特性を有するものの比較的高い比誘電率特性（アルミナ：8～10、ガラスセラミック：5～6）を有しているために、多層配線化を行った場合に層間での干渉が生じやすくなって信頼性が低下したりノイズ特性が劣化するといった問題がある。

本願出願人は、上述した従来の高周波モジュールが有する問題を解決するため、図5に示すような高周波モジュール140を提案している。すなわち、高周波モジュール140は、ベース基板部141と、このベース基板部141上に積層形成された素子形成部142とから構成される。ベース基板部141は、低比誘電率特性でかつ低い誘電正接（ $\tan \delta$ ）による低損失特性を有する第1の有機基板143と第2の有機基板144とが用いられ、これら第1の有機基板143と第2の有機基板144とをプリプレグ145によって一体に接合してなる。

第1の有機基板143と第2の有機基板144とは、上述した特性を有する有機基材、例えば液晶ポリマ、ベンゾシクロブテン、ポリイミド、ポリノルボルネン、ポリフェニルエーテル、ポリテトラフルオロエチレン、ビスマレイドトリアジン（BT-レジン）、又はこれら樹脂にセラミック粉を分散してなる基材から選択された有機基材が用いられ、これら有機基材をガラス織布146a、146bをコア材として一体化することにより曲げ強度、断裂強度等の向上が図られてなる。

ベース基板部141は、第1の有機基板143と第2の有機基板144の表裏主面にそれぞれプリントサーキットボード技術等により配線層を形成することによって、第1の配線層147乃至第4の配線層150を形成してなる。ベース基板部141は、第1の配線層147乃至第4の配線層150が、適宜形成したビア151を介して層間接続されてなる。第1の配線層147及び第2の配線層148は、第1の有機基板143の表裏主面に形成されている。第3の配線層149及び第4の配線層150は、第2の有機基板144の表裏主面に形成されている。高周波モジュール140には、ベース基板部141内に分布定数回路からなる共振器やフィルタ等の線路パターン152a、152b又は詳細を省略する電源回路やバイアス回路等が形成されている。

図5に示す高周波モジュール140には、素子形成部142内に薄膜技術により受動素子153やインダクタ素子154又は受動素子155等が成膜形成されている。高周波モジュール140には、素子形成部142の表面上に高周波IC156がフリップチップ実装されてなる。高周波モジュール140は、上述したようにベース基板部141内に形成された線路パターン152a、152bや電



源回路又はバイアス回路と素子形成部 1 4 2 内に形成された各受動素子 1 5 3 乃至 1 5 5 とを、効率よくかつ干渉を避けて形成するために第 1 の配線層 1 4 7 と第 3 の配線層 1 4 9 とがグランド層として構成されている。

なお、図 5 に示す高周波モジュール 1 4 0 は、素子形成部 1 4 2 の表面に形成された配線パターンが保護層 1 5 7 によって被覆されるとともに更に高周波 IC 1 5 6 を含む全体が図示しない絶縁樹脂層によって被覆されることによりパッケージ化される。この高周波モジュール 1 4 0 は、第 4 の配線層 1 5 0 に多数個の端子部 1 5 8 が形成されており、これら端子部 1 5 8 を介して図示しないインターフェース上に実装される。

図 5 に示す高周波モジュール 1 4 0 は、第 1 の有機基板 1 4 3 や第 2 の有機基板 1 4 4 が比較的廉価な材料により形成されているので、コストの低減が図られるとともに、プリントサーキットボード技術によって所望の第 1 の配線層 1 4 7 乃至第 4 の配線層 1 5 0 が比較的簡易な工程によって形成されるといった特徴を有している。高周波モジュール 1 4 0 は、例えばベース基板部 1 4 1 の表面に研磨処理を施して平坦化することによって素子形成部 1 4 2 内に各受動素子 1 5 3 乃至 1 5 5 を高精度に形成することが可能とされる。高周波モジュール 1 4 0 は、ベース基板部 1 4 1 と素子形成部 1 4 2 とが電氣的に分離されることで特性の向上が図られるとともに、十分な面積を有する電源回路部等が構成されてレギュレーションの高い電源供給が行われる。

図 5 に示す高周波モジュール 1 4 0 においても、素子形成部 1 4 2 に形成した各受動素子 1 5 3 乃至 1 5 5 が、ベース基板部 1 4 1 側の第 1 の配線層 1 4 7 に形成したグランドパターンの影響を受けるといった問題がある。高周波モジュール 1 4 0 は、例えばインダクタ素子 1 5 4 が、グランドパターンとの間にキャパシタ成分が生じて自己共振周波数やクオリティファクタの Q 値が低下するといった問題があった。高周波モジュール 1 4 0 は、受動素子 1 5 3 や受動素子 1 5 5 についても同様にしてその特性が変動したり劣化する。

図 6 に示す高周波モジュール 1 6 0 は、上述した高周波モジュール 1 4 0 の問題点を解決するために、素子形成部 1 4 2 側の各受動素子 1 5 3 乃至 1 5 5 と対向する第 1 の配線層 1 4 7 のグランドパターンにパターン開口部 1 6 1 a、1 6

1 b が形成されている。なお、図 6 に高周波モジュール 1 6 0 は、その他各部の構成を図 5 に示す高周波モジュール 1 4 0 の各部と共通にすることから、それぞれ共通する部分には共通の符号を付して詳細な説明は省略する。図 6 に示す高周波モジュール 1 6 0 は、第 1 の有機基板 1 4 3 の有機基材層やプリプレグ 1 4 5 を介して第 3 の配線層 1 4 9 の影響を受けるものの、各受動素子 1 5 3 乃至 1 5 5 の特性向上が図られるようになる。

ところで、図 5 に示す高周波モジュール 1 4 0 及び図 6 に示す高周波モジュール 1 6 0 は、上述したように第 1 の有機基板 1 4 3 や第 2 の有機基板 1 4 4 にガラス織布に有機基材を一体化してなる基板材が用いられる。かかる基板材は、一般にロール状に巻回されたガラス織布をエマルジョン化した有機基材を充填した液槽内に連続供給してガラス繊維内に有機基材を浸潤させ、厚さ調整、乾燥工程等を経て所望の厚みに形成される。第 1 の有機基板 1 4 3 や第 2 の有機基板 1 4 4 は、かかる基板材をコア材としてその表裏主面又は一方主面に接着剤を塗布した状態で表面を粗化した所定の厚みの圧延銅箔を接合し、所定の大きさに切断して形成される。

図 6 に示す高周波モジュール 1 6 0 においては、有機基材の比誘電率がガラス繊維の比誘電率よりも大きいことから、ベース基板部 1 4 1 に形成した分布定数回路の線路パターン 1 5 2 が上述した第 1 の有機基板 1 4 3 や第 2 の有機基板 1 4 4 のガラス織布に起因して導体損失とともに誘電損失の影響を受けて特性が劣化する。また、図 6 に示す高周波モジュール 1 6 0 においては、ガラス織布のガラス繊維のピッチが大きい場合に、線路パターン 1 5 2 がガラス繊維の存在する部位と存在しない部位とに跨って形成される。図 6 に示す高周波モジュール 1 6 0 においては、第 1 の有機基板 1 4 3 や第 2 の有機基板 1 4 4 に、ガラス繊維の有無によって実効比誘電率、 $Tan\delta$  が変化してこれらに「ゆらぎ」が生じる。実効比誘電率の「ゆらぎ」は、ガラス繊維が密の部位が大きくかつガラス繊維が粗の部位が小さくなり、ピッチを周期として最大値と最小値の差範囲で周期的に変化する。

図 6 に示す高周波モジュール 1 6 0 においては、線路パターン 1 5 2 が特性の劣化とともにバラツキも大きくなりかつその再現性も困難であることから、信頼

性が低下したりして歩留まりが悪くなることもあった。高周波モジュール160は、このために調整工程を施すようにするとコストがアップしてしまう。高周波モジュール160は、ベース基板部141に線路パターン152ばかりでなく他の線路や薄膜技術によって受動素子を形成した場合にも、基板材のガラス繊維に起因して有機基板の実効比誘電率や $\tan \delta$ の増加又は「ゆらぎ」に起因して同様の問題が生じるおそれがある。

#### 発明の開示

本発明の目的は、上述したような従来提案されている高周波モジュールが有する問題点を解消することができる新規な高周波モジュール及びその製造方法を提供することにある。

本発明の他の目的は、基板材のガラス繊維に起因する各導体部の特性劣化やバラツキの発生を低減して高性能かつ高精度で信頼性の向上を図った高周波モジュール及びその製造方法を提供することにある。

本発明に係る高周波モジュールは、有機絶縁層に配線パターンを形成するとともに高周波信号を伝送処理する受動素子や分布定数素子を構成する複数の導体部を形成している。高周波モジュールは、各導体部が、有機絶縁層の少なくともガラス繊維の非存在領域に対応して形成されている。

本発明に係る高周波モジュールは、各導体部をガラス繊維の非存在領域に対応して形成しているので、実効比誘電率や $\tan \delta$ の増加又は「ゆらぎ」の発生が低減されその特性向上が図られる。

本発明に係る高周波モジュールは、有機基板の主面上に有機絶縁層と配線パターンとからなる配線層を多層に形成するとともに少なくとも最上層が平坦化されてビルドアップ形成面を構成してなるベース基板部と、このベース基板部のビルドアップ形成面上に形成した有機絶縁層内に配線パターンとともに高周波信号を伝送処理する受動素子や分布定数素子等を構成する複数の導体部を形成してなる素子形成部とを備える。高周波モジュールは、素子形成部の導体部が、有機基板の少なくともガラス繊維の非存在領域に対応して形成されている。

本発明に係る高周波モジュールによれば、比較的廉価な有機基板を用いることでコスト低減が図られるとともに、ベース基板部の平坦化されたビルドアップ形成面上に素子形成部が形成されることで受動素子や分布定数素子等の導体部を高精度に形成することが可能となる。本発明に係る高周波モジュールによれば、各導体部をガラス織布の非存在領域に対応して形成することにより、実効比誘電率や $\tan \delta$ の増加又は「ゆらぎ」の発生が低減されその特性向上が図られるとともに信頼性の向上が図られる。

本発明に係る高周波モジュールの製造方法は、ベース基板部製作工程と、素子形成部製作工程とを有する。ベース基板部製作工程は、有機基板の主面上に有機絶縁層と所定の配線パターンとからなる配線層を多層に形成する工程と、少なくとも最上層の配線層に平坦化処理を施してビルドアップ形成面を形成する工程とを有する。素子形成部製作工程は、ベース基板部のビルドアップ形成面上に形成した有機絶縁層内に配線パターンとともに高周波信号を伝送処理する受動素子や分布定数素子を構成する複数の導体部を形成する工程を有する。高周波モジュールの製造方法においては、素子形成部の導体部が、有機基板の少なくともガラス織布の非存在領域に対応して形成される。

以上の工程を有する本発明に係る高周波モジュールの製造方法によれば、比較的廉価な有機基板を用いることでコスト低減を図るとともに、ベース基板部の平坦化されたビルドアップ形成面上に素子形成部を形成することで受動素子や分布定数素子等の導体部が高精度に形成することが可能となる。本発明に係る高周波モジュールの製造方法によれば、各導体部がガラス織布の非存在領域に対応して形成されることにより、実効比誘電率や $\tan \delta$ の増加又は「ゆらぎ」の発生を低減してその特性向上が図られるとともに信頼性の向上が図られる。

本発明の更に他の目的、本発明によって得られる具体的な利点は、以下において図面を参照して説明される実施の形態の説明から一層明らかにされるであろう。

#### 図面の簡単な説明

図1 A及び図1 Bは従来の高周波モジュールに形成されるインダクタを示し、

図 1 Aはその斜視図であり、図 1 Bは断面図である。

図 2 は、従来のシリコン基板を用いた高周波モジュールを示す要部縦断面図である。

図 3 は、従来のガラス基板を用いた高周波モジュールを示す要部縦断面図である。

図 4 は、従来の高周波モジュールをインタポーザに実装した状態を示す要部縦断面図である。

図 5 は、多層有機基板をベースとして高周波素子形成部を積層形成した高周波モジュールを示す要部縦断面図である。

図 6 は、ベース基板部に、高周波素子形成部に形成した受動素子に対応してパターン開口部を形成した高周波モジュールを示す要部縦断面図である。

図 7 は、本発明に係る高周波モジュールを示す要部縦断面図である。

図 8 は、本発明に係る高周波モジュールの製造工程に用いられる有機基板を示す要部縦断面図であり、図 9 は、第 1 の有機基板と第 2 の有機基板との構成を説明する要部縦断面図であり、図 10 は、第 1 の有機基板と第 2 の有機基板及びプリプレグとの構成を説明する要部縦断面図であり、図 11 は、第 1 の有機基板と第 2 の有機基板とをプリプレグを介して一体化したベース基板部を示す要部縦断面図であり、図 12 は、ベース基板部の第 1 の配線層に、素子形成部の第 1 層を構成する第 1 の誘電絶縁層を形成した状態を示す要部縦断面図であり、図 13 は、第 1 の誘電絶縁層に第 5 の配線層を形成した後に陽極酸化処理を施した状態を示す要部縦断面図であり、図 14 は、第 5 の配線層にキャパシタ素子の上電極を形成した状態を示す要部縦断面図であり、図 15 は、第 5 の配線層上に第 2 の誘電絶縁層を形成した状態を示す要部縦断面図であり、図 16 は、第 2 の誘電絶縁層上に第 6 の配線層を形成した状態を示す要部縦断面図であり、図 17 は、第 6 の配線層上に絶縁保護層を形成して素子形成部を形成した状態を示す要部縦断面図である。

図 18 は、本発明に係る高周波モジュールの第 2 の実施形態を示し、下層側の第 2 の有機基板にガラス織布をコア材とした有機基板を用いた高周波モジュールを示す要部縦断面図である。

図19は、本発明に係る高周波モジュールの第3の実施形態を示し、ガラス織布をコア材とした有機基板間に介在するガラス織布無し有機基板にストリップライン構造の線路を形成した高周波モジュールを示す要部縦断面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。

本発明に係る高周波モジュールは、情報通信機能やストレージ機能等を有しており、パーソナルコンピュータ、携帯電話機や携帯情報端末機又は携帯オーディオ機器等の各種電子機器に搭載されまたオプションとして挿脱される超小型通信機能モジュール体等に用いられる。特に、本発明に係る高周波モジュールは、例えば搬送周波数帯が5GHzの小規模無線通信システムの適合機器に用いられる。

本発明に係る高周波モジュール1は、図7に示すように、ベース基板部2と、このベース基板部2上に積層形成された素子形成部3とから構成され、素子形成部3の表面に適宜の配線パターン4やランド5が形成される。高周波モジュール1には、ランド5を介して例えば高周波送受信回路部の周辺回路機能を有するICチップ6や図示しない電子部品等がフリップチップ実装されてなる。高周波モジュール1は、素子形成部3の表面に形成された配線パターン4がソルダレジスト等の絶縁保護層7によって被覆されるとともにICチップ6を含む全体が絶縁樹脂層8で被覆されることによりパッケージ化されてなる。高周波モジュール1は、ベース基板部2の底面側に多数個の端子部9が形成されており、これら端子部9を介して詳細を省略するインタポーザ10上に実装される。

本発明に係る高周波モジュール1は、ベース基板部2が、素子形成部3に対する電源部や制御系の回路部等を構成するとともに、インタポーザ基板10への実装部を構成する。高周波モジュール1は、ベース基板部2と素子形成部3とが電氣的に分離された構造となっており、素子形成部3に対する電氣的干渉が抑制されることにより特性の向上が図られている。高周波モジュール1は、ベース基板部2に十分な面積を有する電源部やグラウンドが形成されることにより、素子形成部3に対してレギュレーションの高い電源供給が行われる。

ベース基板部 2 は、詳細を後述するように第 1 の有機基板 1 1 と第 2 の有機基板 1 2 とが用いられ、これら第 1 の有機基板 1 1 と第 2 の有機基板 1 2 とをプリプレグ 1 3 によって一体に接合してなる。すなわち、ベース基板部 2 は、第 1 の有機基板 1 1 の表裏の両面にフォトリソグラフィ処理によりパターニングが行われるとともにエッチング処理により不要な銅箔部位が除去されることにより第 1 の配線層 1 4 と第 2 の配線層 1 5 とが形成される。ベース基板部 2 は、同様に第 2 の有機基板 1 2 の表裏主面に第 3 の配線層 1 6 と第 4 の配線層 1 7 とが形成され、この第 2 の有機基板 1 2 と第 1 の有機基板 1 1 とがプリプレグ 1 3 を介して接合されて全体が 4 層構造を構成してなる。ベース基板部 2 は、第 1 の配線層 1 4 乃至第 4 の配線層 1 7 とが、適宜に形成されたスルーホール 1 8 を介して層間接続されている。

ベース基板部 2 は、第 1 の配線層 1 4 と第 3 の配線層 1 6 とがグランド層を構成して第 2 の配線層 1 5 をシールドしている。第 1 の配線層 1 4 には、詳細を後述するように素子形成部 3 内に薄膜形成されるキャパシタ素子 1 9 やインダクタ素子 2 0 と対向する部位にそれぞれパターン開口部 2 1、2 2 が形成されている。第 3 の配線層 1 6 は、第 1 の有機基板 1 1 の全面に亘って銅箔層が残されたいわゆるベタパターンとして構成されている。第 2 の配線層 1 5 には、ストリップ線路構成の分布定数回路によって例えば共振器パターン 2 3 a、2 3 b が形成されている。共振器パターン 2 3 a、2 3 b は、5 GHz 搬送周波数帯の約  $\lambda/4$  の電気長、すなわち約 6 mm の長さを有しており、詳細を省略するが一端側をグランドに短絡されるとともに他端側を開放されている。

第 4 の配線層 1 7 は、ソルダレジスト等からなる保護層 2 4 により被覆されるとともに、この保護層 2 4 の所定箇所にフォトリソグラフィ処理等を施すことにより開口部を形成してなる。ベース基板部 2 は、各開口部により露出された第 4 の配線層 1 7 の端子部 9 に例えば無電解 Ni-Au めっきが施されて電極 2 5 を形成し、これら電極 2 5 を介して高周波モジュール 1 がインタポーザ基板 1 0 に実装されるようにする。ベース基板部 2 は、詳細を後述するように第 1 の有機基板 1 1 側の第 1 の配線層 1 4 が平坦化されて素子形成部 3 が積層形成されるビルドアップ形成面を構成している。

素子形成部 3 は、ベース基板部 2 のビルドアップ形成面上に積層形成された第 1 の誘電絶縁層 2 6 及び第 5 の配線層 2 7 と、この第 5 の配線層 2 7 上に積層形成された第 2 の誘電絶縁層 2 8 及び第 6 の配線層 2 9（配線パターン 4）との 2 層構造からなる。素子形成部 3 は、第 5 の配線層 2 7 が第 1 の誘電絶縁層 2 6 に適宜形成されたビア 3 0 を介して第 1 の配線層 1 4 と層間接続されるとともに、第 5 の配線層 2 7 と第 6 の配線層 2 9 とが第 2 の誘電絶縁層 2 8 に適宜形成されたビア 3 1 を介して層間接続されてなる。第 5 の配線層 2 7 には、上述したキャパシタ素子 1 9 やレジスタ素子 3 2 が成膜形成されている。第 6 の配線層 2 9 には、インダクタ素子 2 0 が成膜形成されるとともに、多数個のランド 5 が形成されている。

本発明に係る高周波モジュール 1 は、上述したベース基板部 2 を形成するベース基板部製造工程と、ベース基板部 2 に素子形成部 3 を積層形成する素子形成部製造工程とを経て製造される。

ベース基板部製造工程について、図 8 乃至図 1 1 を参照して説明する。

ベース基板部製造工程では、まず図 8 に示すように、第 1 の有機基板 1 1 と第 2 の有機基板 1 2 とを構成する有機基板材 3 3 が供給される。有機基板材 3 3 は、図 2 に示すようにコア基板 3 4 と、このコア基板 3 4 の表裏の両面にそれぞれ接合された銅箔 3 5、3 6 とからなる。

コア基板 3 4 は、低い比誘電率特性かつ低い  $Tan \delta$  特性、すなわち高周波特性に優れ、好ましくは耐熱温度特性が  $160^{\circ}\text{C}$  以上である有機基材によって成形されてなる。コア基板 3 4 は、例えば液晶ポリマ（LCP）、ベンゾシクロブテン（BCB）、ポリイミド、ポリノルボルネン（PNB）、ポリフェニレンエーテル（PPE）、ポリテトラフルオロエチレン（テフロン；登録商標）、ビスマレイドトリアジン（BT-resin）又はこれら樹脂にセラミック粉等の無機基材を分散してなる基材から選択された有機基材が用いられて成形される。

コア基板 3 4 は、上述した有機基材を適宜の溶剤中に溶解した状態で適宜の成型方法によって、例えば圧縮空気を吹き付けて膨らませて所定の形状に成形する方法や、内面に予め離型材等を塗布した所定形状のトレー内に流し込んで冷却固化して成形する方法等によって成形される。コア基板 3 4 には、表裏主面に表面



を適宜粗面化した銅箔 3 5、3 6 が接合されて上述した有機基板材 3 3 を構成する。

ベース基板部製造工程は、次に、有機基板材 3 3 に、適宜の位置に表裏の両面間を導通するスルーホールを形成する。スルーホールの形成工程は、従来積層基板の製造工程において一般的に行われている方法と同様に行われ、例えばドリルやレーザにより所定の位置に貫通孔を形成する工程、各貫通孔に対して銅めっき法による内壁の導通処理工程、ペーストの埋め込み処理工程及び銅めっき法による蓋付け処理工程等からなる。有機基板材 3 3 には、銅箔 3 5、3 6 に対してフォトリソグラフ処理及びエッチング処理を施して所望の銅箔を残すことにより表裏主面に配線パターンが形成されることによって、図 9 に示すように第 1 の有機基板 1 1 と第 2 の有機基板 1 2 とが作製される。

第 1 の有機基板 1 1 には、図 9 に示すように、第 1 の主面側の銅箔層により第 1 の配線層 1 4 が形成されるとともに第 2 の主面側の銅箔層により第 2 の配線層 1 5 が形成される。第 1 の配線層 1 4 は、上述したようにグランド層を構成し、その一部にパターン開口部 2 1、2 2 が形成されている。第 2 の配線層 1 5 には、制御系の回路部等が形成されるとともに、上述したようにストリップ線路構成の共振器パターン 2 3 a、2 3 b が形成される。第 2 の有機基板 1 2 には、図 3 に示すように、第 1 の主面側の銅箔層により第 3 の配線層 1 6 が形成されるとともに第 2 の主面側の銅箔層により第 4 の配線層 1 7 が形成される。第 3 の配線層 1 5 は、上述したように全面に銅箔が残されてグランド層を構成する。第 4 の配線層 1 7 には、制御系の回路部や電源回路等を構成する配線パターンが形成される。

ベース基板部製造工程は、次に、上述した第 1 の有機基板 1 1 と第 2 の有機基板 1 2 とをプリプレグ 1 3 により一体化する工程を有する。第 1 の有機基板 1 1 と第 2 の有機基板 1 2 とは、互いに位置決めされた状態で図 1 0 に示すように相対する主面間にプリプレグ 1 3 が介挿され、例えば熱プレス処理等を施すことにより一体化されてベース基板中間体を形成する。ベース基板中間体には、上述した方法と同様にして第 1 の配線層 1 4 乃至第 4 の配線層 1 7 との間を適宜接続する複数のスルーホール 1 8 が第 1 の有機基板 1 1 と第 2 の有機基板 1 2 とを貫通して形成されることにより、図 1 1 に示すベース基板部 2 が製作される。

なお、ベース基板部 2 の製造工程については、上述した製造工程に限定されるものではなく、例えば両面銅貼り有機基板をベースとしてその主面上に絶縁層と配線層とを順次積層して製作する従来周知の種々のプリントサーキットボード技術により製作してもよい。ベース基板部 2 は、この場合に両面銅貼り有機基板に配線層を形成した後にスピコート法やディップ法等によって誘電絶縁材を塗布して誘電絶縁層を形成し、この誘電絶縁層に適宜の方法により配線パターンに対応する所定のパターン溝が形成される。ベース基板部 2 は、誘電絶縁層上に例えばスパッタリング法等により導体層が全面に亘って形成され、化学研磨法等によって誘電絶縁層とパターン溝内の導体層とを平坦化してビルドアップ形成面を構成するようにしてもよい。ベース基板部 2 は、例えば表裏面の銅箔に所定のパターン形成を行った両面銅貼り有機基板にそれぞれシート状の樹脂付銅箔を接合し、これら樹脂付銅箔に対してパターン形成を行って製作するようにしてもよい。更に、ベース基板部 2 は、4 層構造に限定されるものではなく、必要に応じて更に多層構造によって構成されるようにしてもよい。

ベース基板部 2 には、上述したようにガラス織布を有しない第 1 の有機基板 1 1 や第 2 の有機基板 1 2 又はプリプレグ 1 3 が用いられる。ベース基板部 2 には、上述した有機基材によって成形されたコア基板 3 4 を用いるが、軟化温度がプリプレグ 1 3 よりも大きな有機基材、特に P P E、L C P 又は P N B 等の熱可塑性樹脂材により成形されたコア基板 3 4 が好適に用いられる。ベース基板部 2 は、コア基板 3 4 がガラス織布を有しないことから連続成形が可能な従来のガラス織布をコア材とした有機基板と比較してその生産性が悪くなる。しかしながら、ベース基板部 2 は、後述するように上層の素子形成部 3 内に半導体プロセスで採用される薄膜形成技術によって受動素子や配線パターンが形成される。

したがって、ベース基板部 2 は、大型基板が不要であるとともに上述した方法により平坦性又はバラツキ特性に優れるコア基板 3 4 が用いられることで工程全体の優位性や特性向上が保持される。ベース基板部 2 は、上述したように比較的廉価な有機基板を用いて第 1 の配線層 1 4 乃至第 4 の配線層 1 7 が一般的なプリントサーキットボード技術等により形成されることで、比較的精度が高くかつ低コスト化が図られて製作される。

ベース基板部 2 には、少なくとも第 1 の有機基板 1 1 側の第 1 の配線層 1 4 を形成した主面を平坦化する平坦化処理が施される。なお、平坦化処理は、ベース基板部 2 の表裏面をバランスよく仕上げて反りの発生等を抑制するために第 4 の配線層 1 7 側にも同時に施すようにしてもよい。ベース基板部 2 には、第 1 の配線層 1 4 を被覆して所定の厚みの絶縁層が形成され、この絶縁層に対して例えばアルミナとシリカの混合液からなる研磨材を用いて第 1 の配線層 1 4 が露出するまで研磨処理が施されることによって表面の平坦化が図られる。ベース基板部 2 は、平坦化された表面が素子形成部 3 のビルドアップ形成面を構成する。したがって、ベース基板部 2 は、ビルドアップ形成面上に詳細を後述する素子形成部 3 を高精度に積層形成することを可能とする。なお、平坦化処理の方法は、上述した研磨処理ばかりでなく、例えば方向性化学エッチング法（R I E : Reactive Ion Etching）やプラズマエッチング法（P E : Plasma Etching）等を施して平坦化を行ってもよい。

ベース基板部 2 の製造工程においては、図 1 1 に示すように、例えば上述した第 1 の配線層 1 4 を被覆する絶縁層と同時に、第 4 の配線層 1 7 側にも保護層 2 4 を構成する絶縁樹脂層 3 7 が成膜形成される。絶縁樹脂層 3 7 は、第 1 の配線層 1 4 を研磨してビルドアップ形成面を研磨する際に同時に研磨処理が施される。絶縁樹脂層 3 7 は、この際に研磨量を制限されて第 4 の配線層 1 7 と各電極 2 5 とを露出させない程度の研磨が施されることにより、後述する素子形成部 3 の製造工程においてエッチング液や機械的又は熱的負荷から第 4 の配線層 1 7 を保護する。なお、絶縁樹脂層 3 7 は、素子形成部 3 を形成した後に各電極 2 5 を露出させるように除去される。

以上の工程を経て製作されたベース基板部 2 には、研磨処理が施されて平坦化されたビルドアップ形成面上に、素子形成部製造工程が施されて素子形成部 3 が積層形成される。

以下、素子形成部製造工程について、図 1 2 乃至図 1 7 を参照して説明する。素子形成部 3 の製造工程は、ベース基板部 2 のビルドアップ形成面上に誘電絶縁材を全面に亘って所定の厚みで塗布することにより、図 1 2 に示すように素子形成部 3 の第 1 層を構成する第 1 の誘電絶縁層 2 6 を形成する工程を第 1 の工程と

する。

第1の誘電絶縁層26は、図13に示すように、均一な膜厚形成が可能な適宜の成膜方法、例えばスピコート法、ロールコート法又はカーテンコート法等によって形成される。第1の誘電絶縁層26も、高周波特性に優れかつ耐熱性、耐薬品性に優れた有機基材のBCB、PNB、LCP、ポリイミド又はエポキシ系樹脂、アクリル系樹脂、ポリオレフィン樹脂等によって形成される。なお、高周波モジュール1の製造工程においては、ベース基板部2の主面を平坦化してビルドアップ形成面を構成したが、例えば成膜形成された第1の誘電絶縁層26に平坦化処理を施すようにしてもよい。

第1の誘電絶縁層26には、ベース基板部2の第1の配線層14の一部を露出させるようにしてビア30が形成される。各ビア30は、例えば第1の誘電絶縁層26が感光性樹脂の場合には、所望形状のマスクを用いてフォトリソグラフ処理を施した後に露光現像処理を施すことによって形成される。また、各ビア30は、例えば第1の誘電絶縁層26が非感光性樹脂の場合には、所望形状のフォトリソグラフや金属膜をマスクとして方向性化学エッチング法等のドライエッチングにより形成される。

第1の誘電絶縁層26には、例えばスパッタ法等によって第5の配線層27を形成するための金属薄膜層が全面に亘って成膜形成される。なお、第1の誘電絶縁層26には、予めバリア層としてスパッタ法等により例えばCr、Ni、Ti等の下地金属薄膜を形成し、この下地金属薄膜上に金属薄膜層を形成することによって密着性の向上を図るようにしてもよい。金属薄膜層は、例えば厚みが約50nmのNi層と厚みが約500nmのCu層又は厚みが約50nmのTi層と厚みが約500nmのCu層等によって構成される。金属薄膜層は、例えばCu、Al、Pt、Au等によって成膜形成するようにしてもよい。

金属薄膜層は、後述するように第5の配線層27に対して施されるエッチング処理に際してその選択性が得られる金属材料により形成されることが好ましい。金属薄膜層は、例えば第5の配線層27を硝酸、硫酸及び酢酸の混合液からなるエッチング液を用いてウェットエッチングを施す場合に、このエッチング液に耐性のあるAl、Pt、Auにより成膜され、特にパターニングが簡易なAlが好適

である。なお、金属薄膜層は、各ビア30の内壁にも成膜形成される。

金属薄膜層には、所望形状のマスクを用いてフォトリソグラフ処理が施されるとともにエッチング処理が施されることによって、図13に示すようにキャパシタ素子19の下電極19aやレジスタ素子32の受け電極32a、32b等を有する第5の配線層27が形成される。第5の配線層27には、第1の誘電絶縁層26の所定の箇所にリフトオフ法等により厚みが約2000Å程度の窒化タンタル(TaN)層が形成される。なお、TaN層は、スパッタ法等により第5の配線層27と第1の誘電絶縁層26の露出部位を含んで表面全体を被覆して形成した後に、ドライエッチング処理を施して不要部位を除去して形成してもよい。TaN層は、受け電極32a、32b間に跨って形成されることによりレジスタ素子32を構成する。TaN層は、キャパシタ素子19の誘電体膜19bを形成する際に、ベース膜として作用する。

キャパシタ素子19は、図13及び図14に示すように、下電極19a上に成膜形成されたTaN層を露出させ、他の部分を被覆する陽極酸化マスクを第5の配線層27に形成し、TaN層に電圧印加を行って酸化タンタル( $Ta_2O_5$ )層を形成する陽極酸化法により誘電体膜19bが形成される。陽極酸化マスクは、例えば容易にパターンニングが可能なフォトレジストや酸化シリコン等が用いられ、印加電圧に対して他の部分の絶縁性が十分に保持することが可能な数 $\mu m$ 乃至数十 $\mu m$ 程度の厚みをもって形成される。陽極酸化処理には、例えば電解液としてホウ酸アンモニウム等が用いられ、TaN層が陽極となるように50V乃至200Vの電圧印加が行われることでTaN層を選択的に酸化して $Ta_2O_5$ 層(誘電体膜19b)を形成する。素子形成部3の製造工程においては、上述した工程を採用することによりキャパシタ素子19の誘電体膜19bとレジスタ素子32とが同時に形成することを可能として工程の合理化が図られる。

素子形成部3の製造工程においては、図14に示すように、上述したキャパシタ素子19の誘電体膜19b上に上電極19cが成膜形成される。第5の配線層27には、例えば誘電体膜19bを除いて全面を被覆するマスキングを行った状態でNi/Cu又はTi/Cuのスパッタリングを施すことにより、図8に示すように誘電体膜19bを介して下電極19aと対向する所定の厚みを有する上電

極 19c が成膜される。

なお、上述した陽極酸化処理は、陽極酸化マスクを用いずに TaN 層を全面に亘って陽極酸化させた後に、形成された Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 層を適宜パターニングするようにしてもよい。かかる陽極酸化処理は、レジスタ素子 32 の TaN 層も表面が陽極酸化されることで、この酸化膜が内層の TaN 層を安定した特性に保持する保護層として作用するようにする。

素子形成部 3 の製造工程は、上述した工程を経て第 5 の配線層 27 を形成した後に、図 15 に示すように、第 5 の配線層 27 の全面を被覆するようにして第 2 の誘電絶縁層 28 を成膜形成する工程を有する。第 2 の誘電絶縁層 28 も、上述した第 1 の誘電絶縁層 26 と同様に、スピンコート法等の均一な膜厚形成が可能な適宜の成膜方法によって、高周波特性に優れかつ耐熱性や耐薬品性に優れた有機基材を所定の膜厚に形成している。第 2 の誘電絶縁層 28 には、例えばフォトリソグラフィ処理や露光現像処理が施され、図 15 に示すように第 5 の配線層 27 の適宜の部分やキャパシタ素子 19 の上電極 19c を露出させるビア 31 が形成される。

第 2 の誘電絶縁層 28 には、図 16 に示すように、その表面上に上述した第 5 の配線層 27 の形成工程と同様の工程を経てインダクタ素子 20 を有する第 6 の配線層 29 が形成される。第 6 の配線層 29 は、ビア 31 の内壁とともに第 2 の誘電絶縁層 28 の全面に亘ってスパッタ法等により Ni/Cu 又は Ti/Cu の金属薄膜層を形成する工程と、この金属薄膜層に所望形状のマスクを用いてフォトリソグラフィ処理を施す工程と、エッチング処理を施して配線パターンを残し不要な部位の金属薄膜を除去する工程等を経て形成される。

第 6 の配線層 29 は、上述したようにインダクタ素子 20 を有し、このインダクタ素子 20 の表皮効果特性の向上を図るために第 5 の配線層 27 よりも大きな厚みを以って形成されている。したがって、第 6 の配線層 29 の製造工程においては、金属薄膜層に対して例えば銅を用いた電解めっき法によってインダクタ素子 20 に対応する部分に Cu 層を選択的に形成した後にめっきレジストを除去し、更にスパッタリングにより Ni/Cu 層を全面にエッチバックするいわゆるセミアディティブ法が施されることにより図 16 に示すように所定の厚みを有するイ

インダクタ素子 20 が形成される。第 6 の配線層 29 には、上述した銅を用いた電解めっき法によってインダクタ素子 20 ばかりでなく、ランド 5 に対応して配線パターンの所定部分にも膜厚部が形成される。なお、インダクタ素子 20 は、スパイラル型素子を示したが、適宜形状のインダクタ素子であってもよいことは勿論である。

素子形成部 3 は、図 17 に示すように、上述した工程を経て形成されるキャパシタ素子 19 やインダクタ素子 20 等の受動素子が、ベース基板部 2 側のグランドとして作用する第 1 の配線層 14 に形成したパターン開口部 21、22 に対向して形成されている。したがって、素子形成部 3 は、これら受動素子がグランドパターンとの間に生じるキャパシタ成分により自己共振周波数やクオリティファクタ Q 値の低下により動作特性が劣化することもない。

第 6 の配線層 29 は、図 17 に示すように絶縁保護層 7 によって被覆される。絶縁保護層 7 は、例えばソルダレジストや層間絶縁材料等をスピンコート法等により第 6 の配線層 29 上の全面に亘って形成される。絶縁保護層 7 には、所望形状のマスクを用いてフォトリソグラフ処理が施されて、各ランド 5 の対応部位に開口部が形成される。素子形成部 3 の製造工程においては、各ランド 5 に対して例えば無電解 Ni/Au めっき又は Ni/Cu めっきを施して電極形成が行われることにより素子形成部 3 を製作する。素子形成部 3 には、各ランド 5 を介して IC チップ 6 がフリップチップ実装されるとともに、IC チップ 6 を被覆する絶縁樹脂層 8 が形成されることによって図 7 に示した高周波モジュール 1 を構成する。

なお、本発明に係る高周波モジュール 1 の製造工程においては、素子形成部 3 上に電磁ノイズの影響を排除するためのシールドカバーを組み付けるようにしてもよい。高周波モジュール 1 は、この場合、IC チップ 6 等から大きな発熱が生じて素子形成部 3 の特性を劣化させるおそれもあることから、適宜の放熱構造を設けるようにしてよい。放熱構造は、例えば熱伝導性が良好な樹脂材を IC チップ 6 上に設けて IC チップ 6 からの発熱を樹脂材を介してシールドカバー側から放熱したり、素子形成部 3 とベース基板部 2 との間を連通する冷却用ビアを形成してベース基板部 2 側から放熱する。

本発明に係る高周波モジュール１の製造工程においては、上述したように有機基板をコア基板としていわゆるプリントサーキットボード技術によりベース基板部２を形成することから、コスト低減を図って高周波モジュール１を製造することが可能とされる。本発明に係る高周波モジュール１の製造工程においては、素子形成部３がベース基板部２の平坦化されたビルドアップ形成面に積層形成されることから、キャパシタ素子１９やインダクタ素子２０等の受動素子を高精度に形成することが可能とされる。

本発明に係る高周波モジュール１の製造工程においては、上述したようにガラス織布をコア材としない第１の有機基板１１や第２の有機基板１２又はプリプレグ１３を用いてベース基板部２を形成することから、このベース基板部２の低誘電体特性が保持されるとともに内層に形成された共振器パターン２３に対するガラス繊維の影響を低減した高周波モジュール１の製造を可能とする。高周波モジュール１の製造工程においては、上述したベース基板部２を有することで、ガラス繊維の影響を受けずに動作特性の安定したキャパシタ素子１９やインダクタ素子２０等の受動素子を素子形成部３に形成する。したがって、高周波モジュール１の製造工程においては、歩留まりの向上が図られるとともに調整の後工程も不要とする高精度でかつ品質の安定した高周波モジュール１の製造を可能とする。

上述した高周波モジュール１においては、ガラス織布をコア材としない第１の有機基板１１や第２の有機基板１２又はプリプレグ１３を用いてベース基板部２が形成されてなる。高周波モジュール１は、多層構造とされとともにＩＣチップ６等を実装することで実用上の機械的強度が十分に保持されるものの従来のガラス織布を有する多層基板との比較において機械的強度がやや小さい。高周波モジュール１においては、ベース基板部２側にガラス織布を用いた場合に、ガラス繊維に起因する素子形成部３に形成された各受動素子に対する影響がこれら受動素子の形成領域に限られる。

本発明に係る高周波モジュールの第２の実施の形態を図１８に示す。図１８に示す高周波モジュール４０は、上述した下層側の第２の有機基板１２に代えてガラス織布４２をコア材とした第２の有機基板４１が用いられてベース基板部２が製作されてなる。



なお、図 18 に示す高周波モジュール 40 は、その他の構成は前述した高周波モジュール 1 と共通の構成を備えるので、共通する部分には、共通の符号を付して詳細な説明は省略する。

図 18 に示す高周波モジュール 40 は、両面銅貼り基板からなる第 2 の有機基板 41 が、上述した低比誘電率特性で低損失特性を有する有機基材をガラス繊維 42 をコア材として一体化されてなる。第 2 の有機基板 41 は、ガラス繊維を例えば網目模様に織ってロール状に巻回したガラス繊維 42 を、上述した有機基材をエマルジョン化して充填した液槽内に連続供給することによりガラス繊維内に有機基材を浸潤させ、厚さ調整工程や乾燥工程等を経て所望の厚みに形成される。第 2 の有機基板 41 は、かかる基板材をコア材としてその表裏の各面又は一方の面に接着剤を塗布した状態で表面を粗化した所定の厚みの圧延銅箔を接合し、所定の大きさに切断して形成される。

第 2 の有機基板 41 には、表裏の両面の銅箔層に対してフォトリソグラフ処理及びエッチング処理を施して第 3 の配線層 16 及び第 4 の配線層 17 が形成され、また適宜の位置にスルーホールが形成される。第 2 の有機基板 41 は、上述したように第 3 の配線層 16 がグランド層として全面に亘って銅箔層が残されていることから、コア材のガラス繊維 42 が第 2 の配線層 15 内に形成された共振器パターン 23 や素子形成部 3 内に形成された各受動素子と電氣的に隔離されて直接影響を及ぼすことが防止される。

図 18 に示す高周波モジュール 40 は、上述した第 1 の実施の形態に係る高周波モジュール 1 と同等の電氣的特性を有するとともに、機械的強度の向上が図られる。図 18 に示す高周波モジュール 40 は、第 1 の有機基板 11 や素子形成部 3 の有機基材として、例えば硬化後も比較的柔らかさが残るアクリレート系樹脂、エポキシ系樹脂又はポリオレフィン系樹脂等を用いることも可能であり、材料選択性の自由度が大きくなる。

本発明に係る高周波モジュールの第 3 の実施の形態を図 19 に示す。図 19 に示す高周波モジュール 50 は、第 1 の有機基板 51 と第 2 の有機基板 52 とをプリプレグ 53 を介して一体化し、第 1 の有機基板 51 上に例えばビルドアップ工法や一括プレス工法等によって第 3 の有機基板 54 を一体に積層してなる高周波

モジュールである。この高周波モジュール50には、第1の有機基板51に表裏主面に第1の配線層55と第2の配線層56とを形成する銅箔層が接合された両面銅貼り基板が用いられるとともに、第2の有機基板52にも表裏主面に第3の配線層57と第4の配線層58とを形成する銅箔層が接合された両面銅貼り基板が用いられる。高周波モジュール50には、第3の有機基板54に最上層の第5の配線層59を形成する銅箔層が接合された片面銅貼り基板が用いられる。

図19に示す高周波モジュール50には、第2の有機基板52と第3の有機基板54とにそれぞれガラス織布60、61をコア材とし有機基材を一体化してなる有機基板が用いられる。高周波モジュール50には、第1の有機基板51とプリプレグ53とにガラス織布無し基板が用いられる。高周波モジュール50は、第1の有機基板51、第2の有機基板52及び第3の有機基板54に対してそれぞれの銅箔層に所定の配線パターンを形成した状態で一体に積層する。高周波モジュール50は、各有機基板等を一体した状態で、スルーホール形成工程が施されて複数個のスルーホール62が形成される。

第1の配線層55は、第1の有機基板51の上層側銅箔層が全面に残されることによってグランド層を構成する。第2の配線層56は、第1の有機基板51の下層側銅箔層にフォトリソグラフィ処理やエッチング処理が施されて形成される。第2の配線層56は、例えば制御系配線部等を構成するとともに、第1の配線層55と後述する第3の配線層57との上下グランド層により囲まれることによって内部にストリップライン構造の線路を形成している。これらストリップライン構造の線路は、共振器やフィルタ又はカプラ等を構成する。

第3の配線層57は、第2の有機基板52の上層側銅箔層が全面に残されることによってグランド層を構成する。第4の配線層58は、第2の有機基板52の下層側銅箔層にフォトリソグラフィ処理やエッチング処理が施されて形成される。第4の配線層58は、例えば電源系配線部等を構成するとともに、上述した高周波モジュール1と同様に多数個の電極25が形成されて高周波モジュール50を図示しないインタポーザに実装するようにする。図19に示す高周波モジュール50は、第1の有機基板51上に積層した第3の有機基板54の上層側銅箔層にフォトリソグラフィ処理やエッチング処理を施すことにより第5の配線層59を形

成している。高周波モジュール50には、第5の配線層59に多数個のランド5が形成されており、これらランド5を介してICチップ6や図示しないチップ部品等が実装される。なお、第5の配線層59は、絶縁保護層7により被覆保護される。

図19に示す高周波モジュール50は、上述したように上下層を構成する第2の有機基板52と第3の有機基板54とにそれぞれガラス織布60、61をコア材とした有機基板を用いたことにより、機械的強度の向上が図られている。この高周波モジュール50は、グランド層を構成する第1の配線層55と第3の配線層57とで囲まれた内層の第2の配線層56にストリップライン構造の線路からなる共振器やフィルタ又はカプラ等の素子を形成したことにより、これら素子が電氣的に隔離された構造となっている。したがって、高周波モジュール50は、各素子が第2の有機基板52や第3の有機基板54のガラス織布60、61の影響を受けることなくそれぞれの特性が安定した状態に保持される。

なお、図19に示す高周波モジュール50は、上述した構造に限定されるものではなく、更に多数の有機基板を一体に積層形成するようにしてもよい。高周波モジュール50は、多層に形成された配線層内にキャパシタ素子やインダクタ素子等の受動素子を成膜形成するようにしてもよい。この高周波モジュール50は、この場合にこれら受動素子をガラス織布を有しない有機基板に形成するとともに、上述したストリップライン構造の線路と同様に周囲をグランド層によって囲まれた内層にそれぞれ形成するようにする。

なお、本発明は、図面を参照して説明した上述の実施例に限定されるものではなく、添付の請求の範囲及びその主旨を逸脱することなく、様々な変更、置換又はその同等のものを行うことができることは当業者にとって明らかである。

#### 産業上の利用可能性

本発明によれば、各導体部をガラス織布の非存在領域に対応して形成することにより、各導体部に対するガラス織布の影響が排除されてそれらの動作特性の安定化が図られるとともに特性向上が図られるようになる。また、本発明によれば、

比較的廉価な有機基板を用いることからコスト低減が図られるとともに、ベース基板部の平坦化されたビルドアップ形成面上に素子形成部が形成されることで受動素子や分布定数素子等の各導体部を高精度に形成することが可能となる。

## 請求の範囲

1. 有機絶縁層に配線パターンを形成するとともに、高周波信号を伝送処理する受動素子や分布定数素子を構成する複数の導体部を形成してなる高周波モジュールにおいて、

上記各導体部が、上記有機絶縁層の少なくともガラス織布の非存在領域に対応して形成されていることを特徴とする高周波モジュール。

2. 上記各導体部が、上記有機絶縁層に形成されたグラウンド層により遮蔽されることによって、ストリップ構造又はマイクロストリップ構造を構成することを特徴とする請求の範囲第1項記載の高周波モジュール。

3. 上記受動素子が、薄膜技術よって成膜形成されるインダクタ素子、キャパシタ素子、レジスタ素子であることを特徴とする請求の範囲第1項記載の高周波モジュール。

4. 上記有機絶縁層には、低比誘電率特性、低損失特性を有する液晶ポリマ、ベンゾシクロブテン、ポリイミド、ポリノルボルネン、ポリフェニルエーテル、ポリテトラフルオロエチレン、ビスマレイドトリアジン、又はこれら有機樹脂にセラミック粉を分散してなる基材から選択された有機基材が用いられることを特徴とする請求の範囲第1項記載の高周波モジュール。

5. 有機基板の主面上に有機絶縁層と配線パターンとからなる配線層を多層に形成するとともに、少なくとも最上層が平坦化処理を施されてビルドアップ形成面を構成してなるベース基板部と、

上記ベース基板部のビルドアップ形成面上に形成した有機絶縁層内に、配線パターンとともに高周波信号を伝送処理する受動素子や分布定数素子を構成する複数の導体部を形成してなる素子形成部とを備え、

上記素子形成部の導体部が、上記有機基板の少なくともガラス織布の非存在領域に対応して形成されていることを特徴とする高周波モジュール。

6. 上記ベース基板部には、上記導体部に対応する上記有機絶縁層内にグラウンドパターンが形成されるとともに、少なくともこのグラウンドパターンと上記導体部との間の領域がガラス織布の非存在領域とされることを特徴とする請求の範囲第

5項記載の高周波モジュール。

7. 上記各導体部が、上記ベース基板部と上記素子形成部との上記有機絶縁層にそれぞれの周囲を囲むようにして形成されたグラウンドパターンによって遮蔽されることにより、ストリップ構造又はマイクロストリップ構造を構成することを特徴とする請求の範囲第5項記載の高周波モジュール。

8. 上記ベース基板部の配線層が、上記各導体部の形成領域と対向する部位を非パターン形成領域とされることを特徴とする請求の範囲第5項記載の高周波モジュール。

9. 上記受動素子が、薄膜技術によって成膜形成されるインダクタ素子、キャパシタ素子、レジスタ素子であることを特徴とする請求の範囲第5項記載の高周波モジュール。

10. 上記有機基板及び上記有機絶縁層とに、低比誘電率特性、低損失特性を有する液晶ポリマ、ベンゾシクロブテン、ポリイミド、ポリノルボルネン、ポリフェニルエーテル、ポリテトラフルオロエチレン、ビスマレイドトリアジン、又はこれら有機樹脂にセラミック粉を分散してなる基材から選択された有機基材が用いられることを特徴とする請求の範囲第5項記載の高周波モジュール。

11. 有機基板の主面上に有機絶縁層と配線パターンとからなる配線層を多層に形成する工程と、少なくとも最上層の配線層に平坦化处理を施してビルドアップ形成面を形成する工程とを有するベース基板部製作工程と、

上記ベース基板部のビルドアップ形成面上に形成した有機絶縁層内に、配線パターンとともに高周波信号を伝送処理する受動素子や分布定数素子を構成する複数の導体部を形成する工程を有する素子形成部製作工程とを備え、

上記素子形成部に、上記各導体部が上記有機基板の少なくともガラス織布の非存在領域に対応して形成されることを特徴とする高周波モジュールの製造方法。

12. 上記ベース基板部製作工程において、上記有機絶縁層内の上記導体部に対応する領域にグラウンド層を形成する工程を有し、少なくともこのグラウンド層と上記導体部との間の領域がガラス織布の非存在領域とされることを特徴とする請求の範囲第11項記載の高周波モジュールの製造方法。

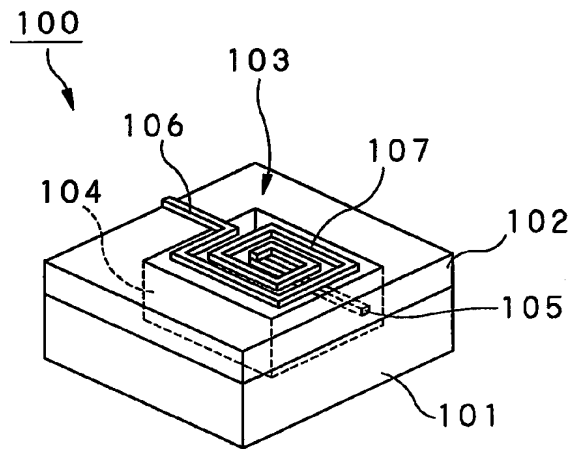
13. 上記ベース基板部製作工程及び上記素子形成部製作工程において、上記ベ

ース基板部及び上記素子形成部のそれぞれの上記有機絶縁層に上記各導体部の周囲を囲むグランドパターンを形成する工程を有し、

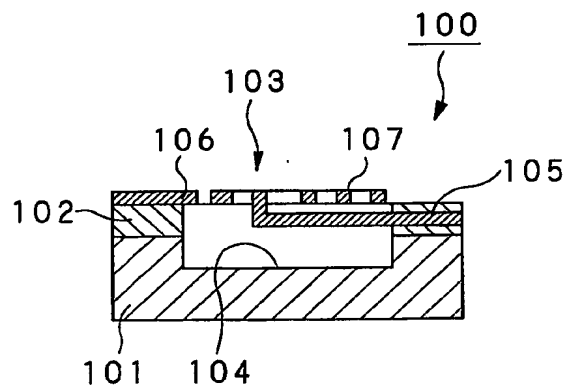
上記各導体部が上記グランドパターンによって遮蔽されることによりストリップ構造又はマイクロストリップ構造を構成することを特徴とする請求の範囲第11項記載の高周波モジュールの製造方法。

14. 上記ベース基板部の配線層が、上記各導体部の形成領域と対向する部位を非パターン形成領域とされて形成されることを特徴とする請求の範囲第11項記載の高周波モジュールの製造方法。

15. 上記有機基板と上記素子形成部の有機絶縁層とが、低比誘電率特性、低損失特性を有する液晶ポリマ、ベンゾシクロブテン、ポリイミド、ポリノルボルネン、ポリフェニルエーテル、ポリテトラフルオロエチレン、ビスマレイドトリアジン、又はこれら有機樹脂にセラミック粉を分散してなる基材から選択された有機基材を用いて形成されることを特徴とする請求の範囲第11項記載の高周波モジュールの製造方法。



**FIG. 1 A**



**FIG. 1 B**



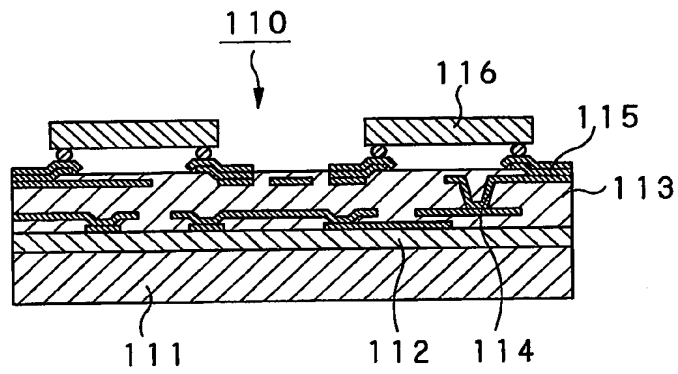


FIG.2

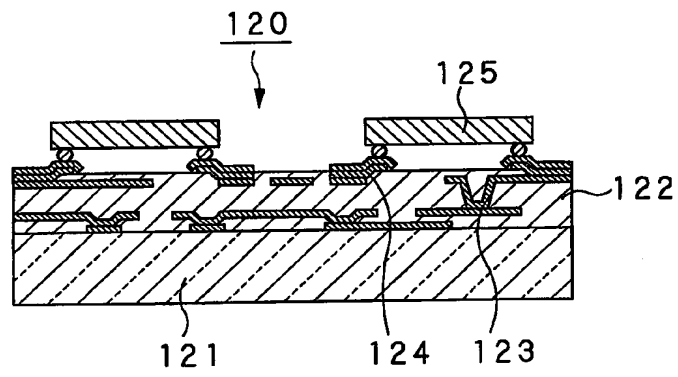


FIG.3

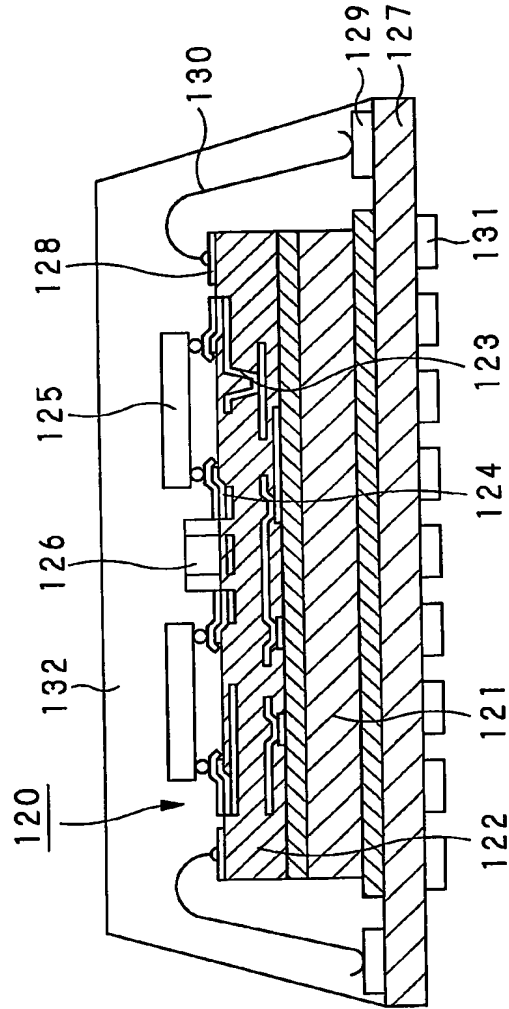


FIG.4





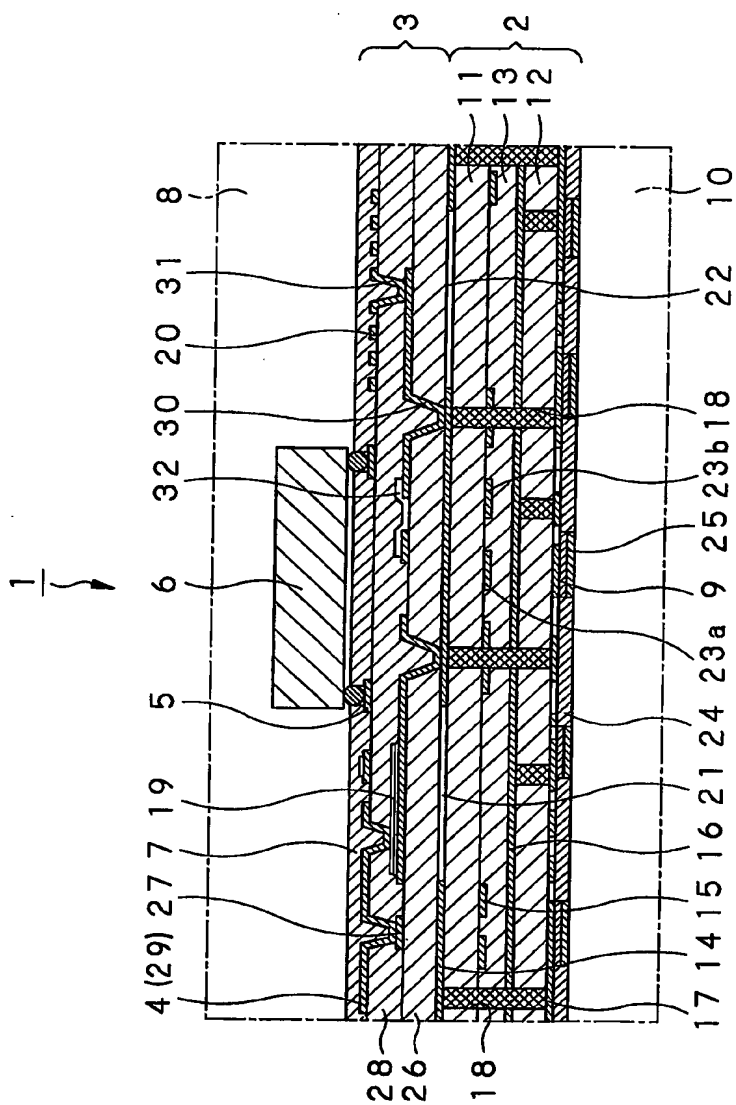


FIG.7

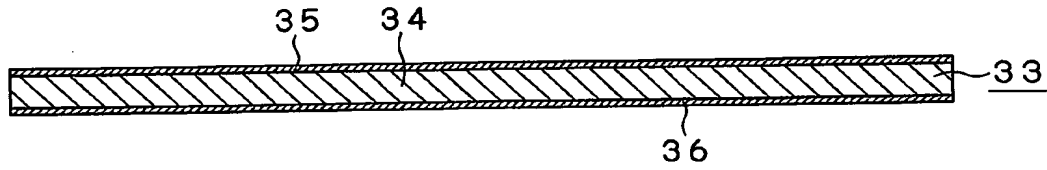


FIG. 8

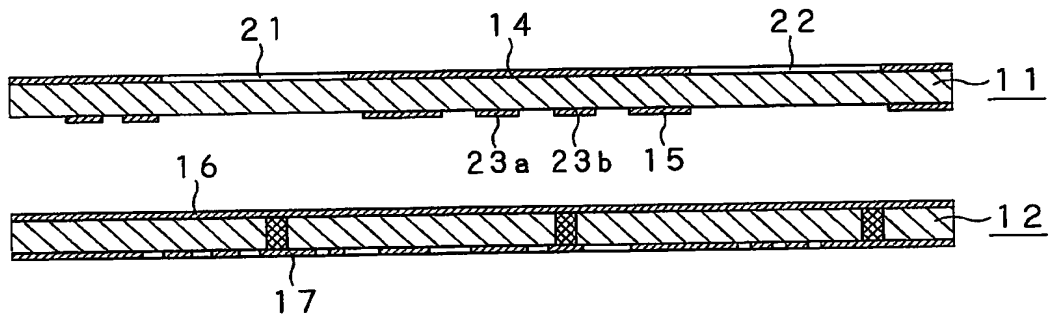


FIG. 9

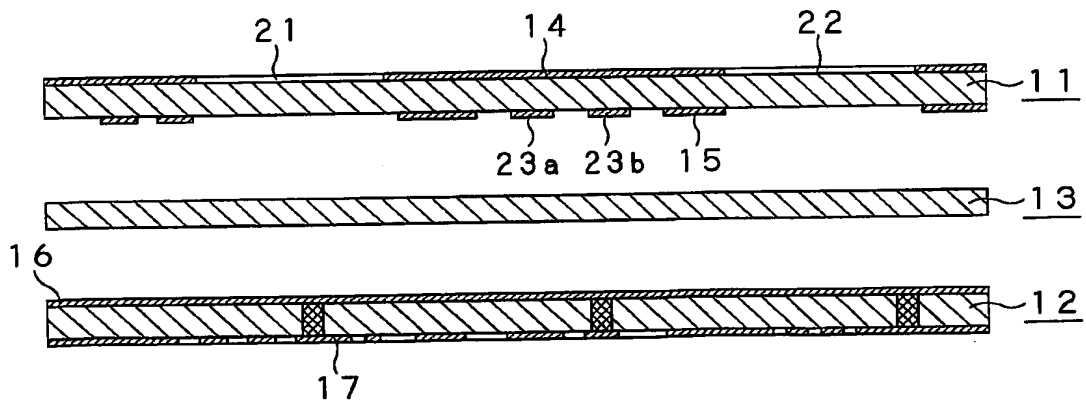


FIG. 10

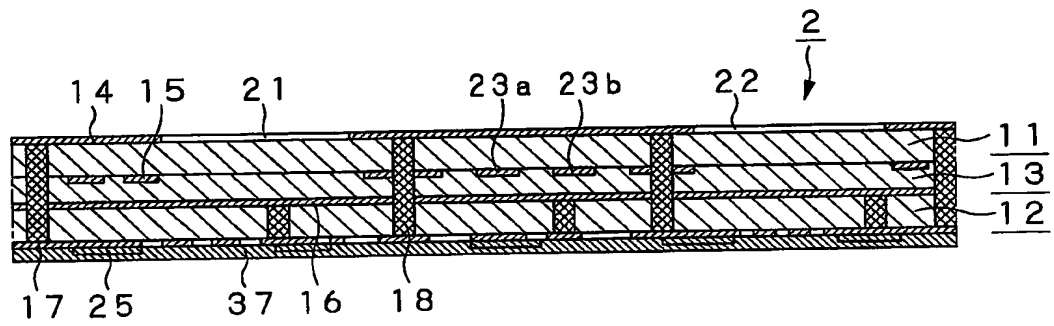


FIG. 1 1

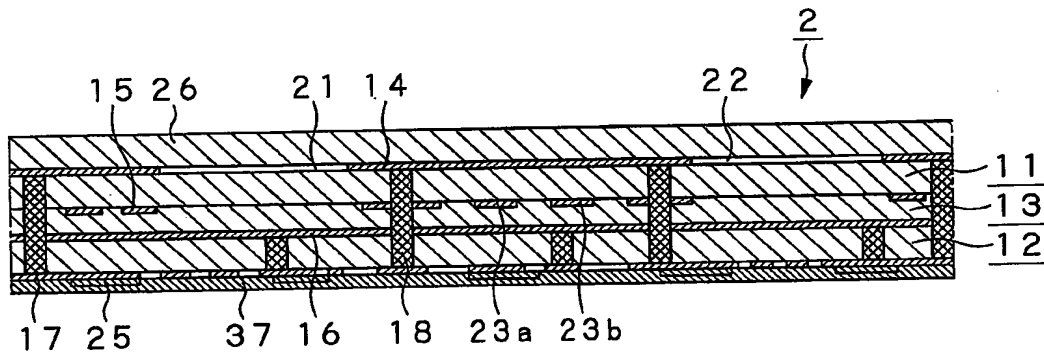


FIG. 1 2

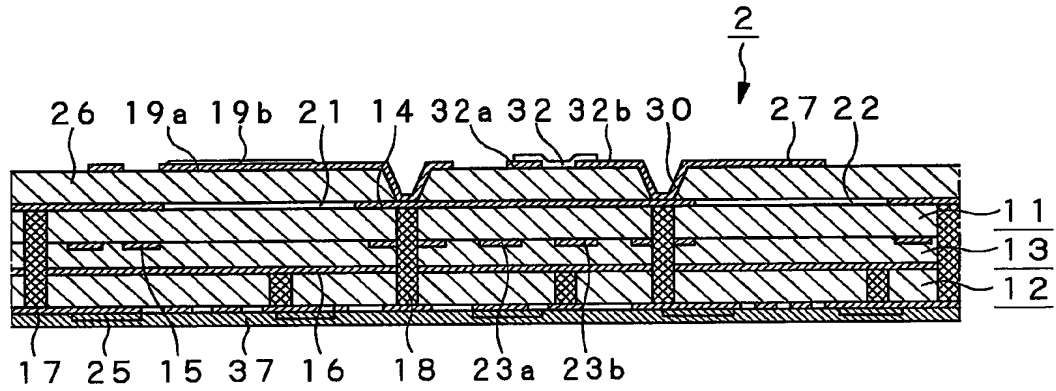


FIG. 13

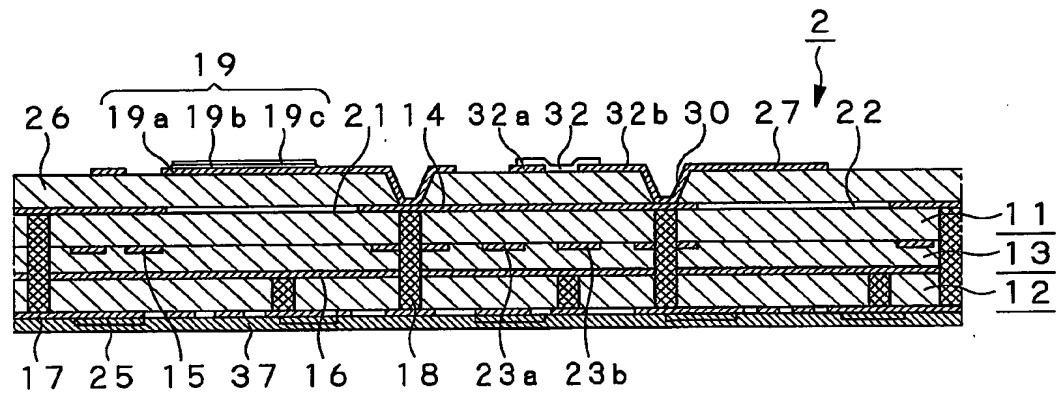


FIG. 14



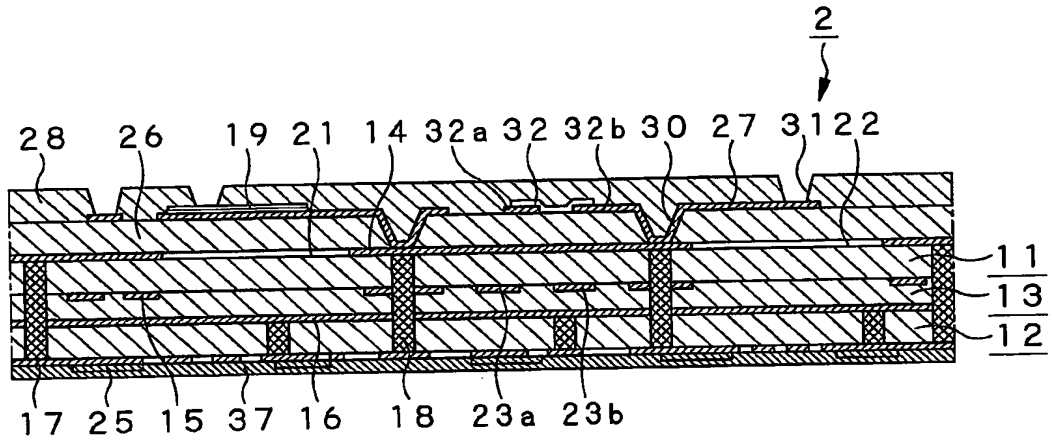


FIG. 15

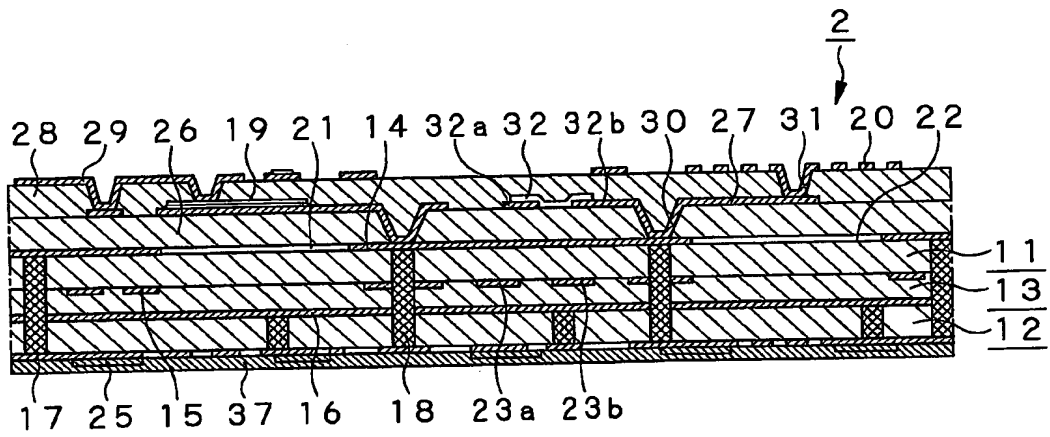


FIG. 16

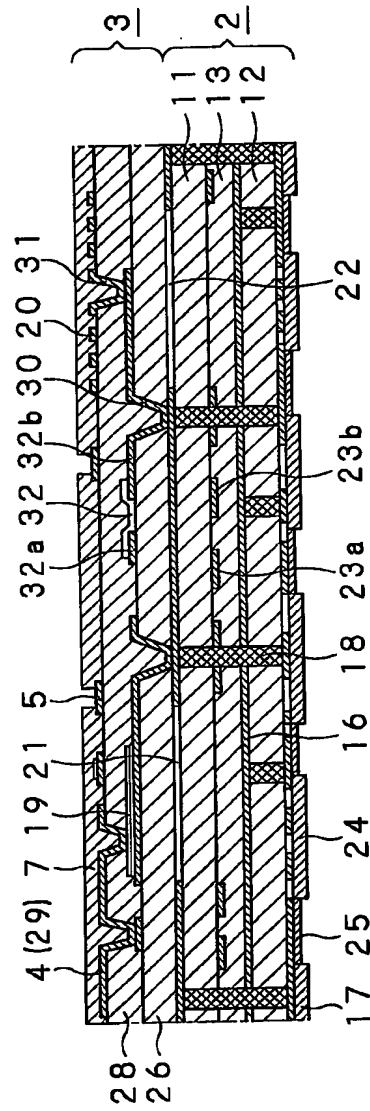


FIG.17

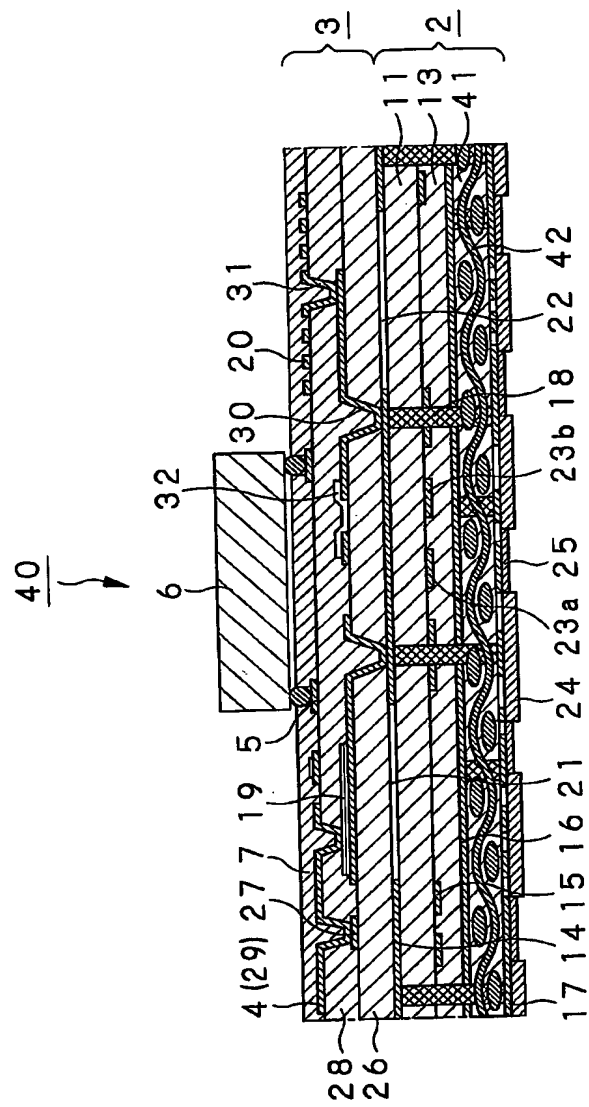


FIG.18

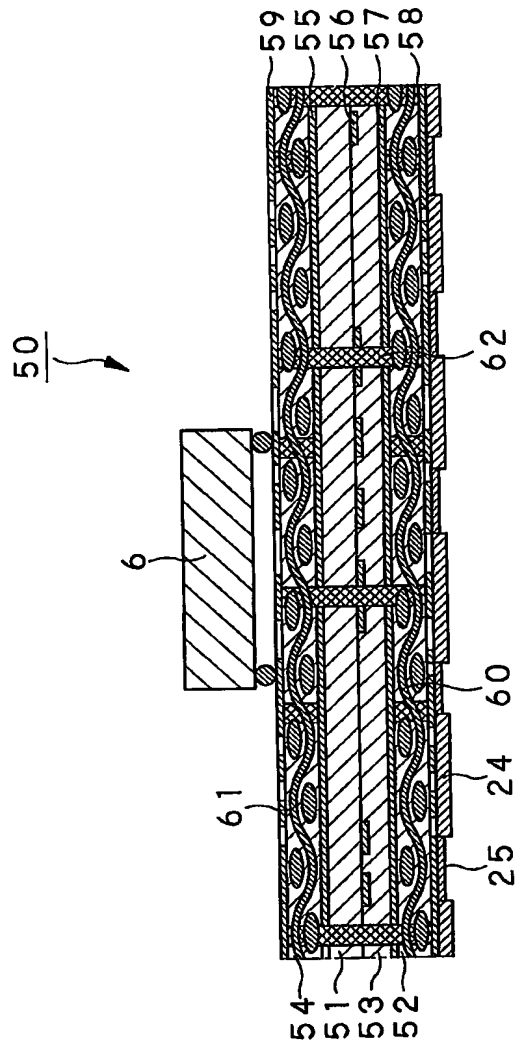


FIG. 19

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/00684

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H01L23/12, H05K1/02, 3/46

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H01L23/12-23/15, H05K1/00-1/03, 3/46

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2000-265039 A (Hitachi Chemical Co., Ltd.), 26 September, 2000 (26.09.00), Full text (Family: none)	1-15
X	JP 3-166930 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 18 July, 1991 (18.07.91), Full text (Family: none)	1-15
X	JP 9-260797 A (Sony Corp.), 03 October, 1997 (03.10.97), Par. Nos. [0018] to [0020]; Fig. 2 (Family: none)	1-15

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
18 April, 2003 (18.04.03)

Date of mailing of the international search report  
30 April, 2003 (30.04.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/00684

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-044776 A (Mitsui Chemicals, Ltd.), 15 February, 2000 (15.02.00), Par. No. [0003] (Family: none)	1-15
A	JP 5-338034 A (Hitachi, Ltd.), 21 December, 1993 (21.12.93), Full text (Family: none)	1-15
A	JP 2000-340904 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 08 December, 2000 (08.12.00), Par. Nos. [0013] to [0018]; Fig. 1 (Family: none)	1-15
A	JP 10-117048 A (Tec Co., Ltd.), 06 May, 1998 (06.05.98), Par. Nos. [0006] to [0008] (Family: none)	1-15

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl<sup>1</sup> H01L 23/12, H05K 1/02, 3/46

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl<sup>1</sup> H01L 23/12-23/15, H05K 1/00-1/03, 3/46

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2000-265039 A (日立化成工業株式会社) 2000. 09. 26, 全文 (ファミリーなし)	1-15
X	JP 3-166930 A (松下電工株式会社) 1991. 07. 18, 全文 (ファミリーなし)	1-15
X	JP 9-260797 A (ソニー株式会社) 1997. 10. 03, 【0018】-【0020】、【図2】 (ファミリーなし)	1-15

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18. 04. 03

国際調査報告の発送日

30.04.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

酒井 英夫

4R

9631

電話番号 03-3581-1101 内線 3469

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2000-044776 A (三井化学株式会社) 2000. 02. 15, 【0003】 (ファミリーなし)	1-15
A	JP 5-338034 A (株式会社日立製作所) 1993. 12. 21, 全文 (ファミリーなし)	1-15
A	JP 2000-340904 A (松下電器産業株式会社) 2000. 12. 08, 【0013】-【0018】, 【図1】 (ファミリーなし)	1-15
A	JP 10-117048 A (株式会社テック) 1998. 05. 06, 【0006】-【0008】 (ファミリーなし)	1-15